

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **131 502** (13) U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01T 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 29.08.2016)

(21)(22) Заявка: [2013113024/28](#), 22.03.2013(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.03.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.03.2013

(45) Опубликовано: [20.08.2013](#) Бюл. № 23

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Бекташов Алмаз Сагындыкович (KG),
Моисейкин Евгений Витальевич (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Мильман Игорь Игоревич (RU),
Власов Максим Игоревич (RU),
Иванов Владимир Юрьевич (RU),
КИДИБАЕВ Мустафа Мусаевич (KG),
ДЕНИСОВ Геннадий Степанович (KG)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) ДЕТЕКТОР ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(57) Реферат:

Область техники. Полезная модель детектора ионизирующих излучений относится к области многофункциональных дозиметрических устройств, а именно к области устройств, связанных с оптически стимулированными люминесцентными детекторами и сцинтилляционными детекторами рентгеновского и гамма-излучения, работающими в сочетании в режиме. Сущность изобретения. Детектор ионизирующих излучений, содержащий светонепроницаемый корпус, сенсорный ОСЛ-элемент, источник оптической стимуляции - светодиод, защитный светофильтр, фотоприемник и электронный модуль с блоком ОСЛ-обработки информационных сигналов, снабжен дополнительным держателем, в котором закреплен сенсорный элемент, выполненный из оптических материалов типа NaF, NaF:Cu и NaF:Sc или Y₂SiO₅:Tb, Ce, способных как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в них светосуммы, так и к сцинтилляционному отклику на радиационное воздействие, а электронный модуль обработки информационных сигналов имеет, наряду с блоком обработки ОСЛ сигналов, дополнительный блок обработки регистрируемых сцинтилляционных сигналов. Технический результат. Предложенная полезная модель детектора ионизирующих излучений имеет универсальный сенсорный элемент, выполненный из полифункциональных оптических материалов типа NaF, NaF:Cu и NaF:Sc или Y₂SiO₅:Tb, Ce, причем сенсорный элемент способен как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в нем светосуммы, так и к сцинтилляционному отклику на радиационное

воздействие, так что детектор может работать как в режиме анализа хранимой светосуммы (как запоминающий детектор), так и в сцинтилляционном режиме реального времени.

Полезная модель детектора ионизирующих излучений относится к области многофункциональных дозиметрических устройств, а именно к области устройств, связанных с оптически стимулированными люминесцентными детекторами и сцинтилляционными детекторами рентгеновского и гамма-излучения, работающими в сочетании в режиме.

Известен детектор ионизирующих излучений трекового типа (Свидетельство Роспатента №1756 от 16.02.1996 на полезную модель, Л.В.Гаврилов, Л.В.Жукова, Б.В.Шульгин, Г.А.Китаев, В.В.Жуков, Л.В.Викторов. Заявлено 31.05.1994. Оpubл. 16.02.1996. Бюл. №2. (МПК G02B 6/02, G01T 1/20, 3/06)). Известный детектор состоит из волокон на основе галогенидов серебра и электронно-оптического преобразователя с микроканальной пластинкой. Сенсорный блок известного детектора относится к сцинтилляционному типу сенсора, регистрирующего треки заряженных частиц и работающего в режиме реального времени (on line режиме). Однако известный детектор не является детектором с сенсорным элементом многофункционального типа; использование известного сенсорного элемента на основе галогенидов серебра в одном устройстве в качестве сцинтиллятора и в качестве рабочего вещества детектора запоминающего типа в современных детекторных устройствах неизвестно.

Известен световолоконный сцинтилляционный детектор рентгеновского излучения (патент РФ №2248011 МПК G02B 6/02, G01T 1/20, 3/06), Б.В.Шульгин, Л.В.Жукова, В.И.Петров, Д.В.Райков, А.Н.Черепанов, Заявл. 27.07.2003; опубл. 10.03.2005. Известный световолоконный детектор состоит из единого волоконно-оптического модуля, который содержит блок регистрации рентгеновского излучения в виде набора сцинтиллирующих волокон, передающий блок волоконно-оптической связи, а также фотоприемное устройство с блоком электронной обработки сигналов. Известный световолоконный детектор рентгеновского излучения имеет сцинтилляционный сенсорный элемент, работающий в режиме реального времени. Однако, он не является детектором многофункционального типа. Использование в одном устройстве известного сенсорного элемента в виде набора сцинтиллирующих волокон в качестве сцинтиллятора и одновременно в качестве рабочего вещества запоминающего детектора (термостимулированного или оптически стимулированного типа) в современных детекторных устройствах неизвестно.

Известен термолюминесцентный детектор (патент №2270462 РФ, авторы Б.В.Шульгин, А.Н.Черепанов, Т.С.Королева, В.Ю.Иванов, А.И.Слесарев, А.В.Анипко, Б.К.Джолдошов, Ch. Pedrini, B. Hautefeuille, J.-M. Formigue. МПК G01T 1/06, 1/11, 1/29; C09K 11/08. Заявл. 28.07.2004; опубл. 20.02.2006. Бюл.№5) для регистрации рентгеновского, гамма- и электронного излучения с сенсорными кристалловолоконными датчиками запоминающего типа на основе термолюминесцентных фторидных и оксидных материалов таких как: NaF:U; NaF:U, Cu; LiF:U; LiF:U, Cu и LiF:Ti, Al₂O₃ и Bi₃Ge₄O₁₂. В известном дозиметрическом комплексе термолюминесцентный запоминающий детектор выполнен в виде кристаллического волокна со светоотражающим покрытием по всей длине волокна, один конец которого снабжен зеркальным отражателем, а другой имеет стыковочный узел, через который высвечиваемая волоконным термолюминесцентным детектором светосумма поступает в волоконно-оптический кабель связи, соединенный с фотоприемником и блоком управления и обработки сигналов.

Однако, вышеназванный известный термолюминесцентный детектор рентгеновского, гамма- и электронного излучения не является детектором многофункционального типа; использование в одном устройстве одного и того же сенсорного элемента на основе активированных составов NaF, LiF, а также Al₂O₃ и Bi₃Ge₄O₁₂ в качестве термолюминесцентного и сцинтилляционного датчика в современных детекторных устройствах неизвестно.

В последние годы среди детекторов ионизирующих излучений запоминающего типа все более широкое распространение в персональной дозиметрии получают детекторы с оптически стимулируемым люминесцентным (ОСЛ) сенсором на основе α-Al₂O₃:C (Batter-Jensen L., McKeever, S.W.S., Wintle A.G. Optically Stimulated Luminescence Dosimetry. Elsevier Science. 2003. 355P; McKeever et al. USA Patent №5892234 Apr. 6. 1999; N.J.M. Le Masson. Development of Optically stimulated Luminescence materials for personal fast neutron dosimetry. Delft University Press. 2003, 168P). Разработка таких детекторов активно проводится за рубежом и в России.

Среди известных детекторов ОСЛ-типа наиболее близким по элементам конструкции к заявляемому является известное «устройство для измерения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции», с ОСЛ-сенсором на основе анион-дефектного корунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$. (Патент 2310889 РФ, И.И.Мильман, С.В.Никифоров, Е.В.Моисейкин, И.Г.Ревков. МПК G01T 1/11, 1/06, 1/29. Заявл. 07.08.2006; опубл. 20.11.2007. Бюл. №32). Известный детектор имеет светонепроницаемый корпус, в котором размещены детектор (сенсор) ионизирующих излучений (в виде таблетки из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$), расположенный между источником стимулирующей радиации (светодиодом с призмой Френеля) и разделительным светофильтром, оптический фотоприемник и электронный модуль-канал обработки сигналов (информации). Стимуляцию светосуммы, накопленной в облученном $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ ОСЛ-сенсоре осуществляют с помощью светодиода СДК-С469-5-10, снабженного призмой Френеля, оптическая ось которого перпендикулярна плоскости детектора. Регистрацию высвечиваемой ОСЛ-датчиком светосуммы (длина волны излучаемого света кристаллом корунда равна 420 нм) проводят с помощью фотоприемного блока на основе фотоэлектронного умножителя, снабженного светофильтром УФС-2 (с длиной волны 470 нм, полушириной около 10 нм) для защиты фотоприемника от прямого светового воздействия светодиода. Однако применение в одном устройстве сенсора из одного и того же материала как в качестве ОСЛ-сенсора, так и в качестве сцинтилляционного сенсора в современных детекторных устройствах неизвестно.

Задачей изобретения является разработка полезной модели детектора ионизирующих излучений нового типа в котором сочетанный с одними и теми же фотоприемником и блоками обработки информации чувствительный сенсорный элемент обеспечивал бы выполнение функций ОСЛ-детектора, хранящего дозиметрическую информацию (до момента оптического стимулирующего воздействия) и функции сцинтилляционного детектора ионизирующих излучений, работающего в режиме реального времени.

Решение поставленной задачи достигается тем, что элементом конструкции предлагаемого детектора является разработанный авторами универсальный сенсор из полифункциональных материалов, - сенсор нового типа (типа «два в одном»), размещенный в дополнительном держателе и способный выполнять функции ОСЛ-сенсора и функции сенсора-сцинтиллятора, причем сенсор из полифункциональных материалов сочетает с одними и теми же фотоприемником и электронными блоками обработки информационных сигналов.

Сущность предлагаемой полезной модели заключается в следующем. Детектор ионизирующих излучений, содержащий светонепроницаемый корпус, сенсорный ОСЛ-элемент, источник оптической стимуляции - светодиод, защитный светофильтр, фотоприемник и электронный модуль с блоком ОСЛ-обработки информационных сигналов, снабжен дополнительным держателем, в котором закреплен сенсорный элемент, выполненный из оптических материалов типа NaF, NaF:Cu и NaF:Sc или $\text{Y}_2\text{SiO}_5\text{:Tb}$, Ce, способных как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в них светосуммы, так и к сцинтилляционному отклику на радиационное воздействие, а электронный модуль обработки информационных сигналов имеет, наряду с блоком обработки ОСЛ-сигналов, дополнительный блок обработки регистрируемых сцинтилляционных сигналов.

Конструкция предлагаемой полезной модели детектора ионизирующих излучений приведена на Фиг.1. Показано расположение в светонепроницаемом корпусе 1 универсального оптического сенсора 2, (закрепленного в держателе 3), способного выполнять функции ОСЛ-сенсора и функции сенсора сцинтиллятора, а также расположение таких необходимых элементов детектора, как светодиодный фотостимулятор 4 с призмой Френеля 5, разделительный светофильтр 6, фотоприемник 7 и электронный модуль с блоками обработки информационных сигналов (блоки 8 и 9). Блок регистрации 8 используют, когда универсальный сенсорный элемент используют в качестве ОСЛ-датчика, а дополнительный блок 9 используют, когда сенсорный элемент детектора работает как сцинтилляционный датчик. Изображенная на Фиг.1 схема детектора соответствует случаю, когда в качестве фотоприемника используют фотодиод. Для случая, когда в качестве фотоприемника используют фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), картина взаимного расположения всех остальных элементов детектора, необходимых для обеспечения его функционирования, аналогична картине, представленной на Фиг.1, только вместо компактного фотодиода используют фотоэлектронный умножитель.

Устройство работает следующим образом. Если универсальный сенсор 2 используется в качестве ОСЛ-датчика (обычно он имеет вид плоской таблетки), то

сенсор, предварительно облученный рентгеновским или -гамма излучением, с накопленной информацией о дозе размещают внутри корпуса 1 в регулирующем его положении держателе 3. В качестве сенсорного материала в предлагаемом устройстве могут применяться кристаллы NaF, NaF:Sc, NaCl:Eu, и $Y_2SiO_5:Tb, Ce$, размерами 7×7 мм (и более), толщиной 1-2 мм (и более), а также кристаллы на основе других материалов, способных как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в них светосуммы, так и к сцинтилляционному отклику на радиационное воздействие. Для кристаллов NaF, NaF:Sc, NaCl:Eu, и $Y_2SiO_5:Tb, Ce$ (используемых при проверке работоспособности устройства), облученных рентгеновским излучением (40 кВ, 40 мкА, 1 мин, ФЭУ-142, U=1960 В) кривые ОСЛ приведены на Фиг.2. Они аппроксимируются двумя экспонентами и хорошо описываются уравнением

$$I = I_0 + A_1 \cdot e^{\frac{t}{t_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{t}{t_2}}, \quad (1)$$

где A_1 и A_2 - предэкспоненциальные множители; t_1 и t_2 - постоянные времени затухания. Характеристики ОСЛ приведены в Таблице.

Таблица					
Характеристики ОСЛ кристаллов NaF, NaF:Sc, NaCl:Eu и $Y_2SiO_5:Tb, Ce$					
	I_0 , о.е.	A_1 , о.е.	t_1 , с	A_2 , о.е.	t_2 , с
NaF	4098,6388	31187,73961	0,43658	6627,52155	3,24093
NaF:Sc	6666,96655	37541,55099	6,0284	10415,10736	47,69066
NaCl:Eu	489,30884	9674,33987	8,29992	37992,92519	0,88858
$Y_2SiO_5:Tb, Ce$	14,55308	80,02871	71,87447	226,5359	13,5905

Как видно из Фиг.2 и Таблицы, происходит достаточно эффективное высвечивание ОСЛ-светосуммы за время в несколько секунд. Наибольшей интенсивностью ОСЛ обладают кристаллы NaF и NaF:Sc, минимальным световыходом ОСЛ обладают оксидные кристаллы $Y_2SiO_5:Tb, Ce$, хотя последние отличаются повышенным выходом термолуминесценции (L.V.Victorov et al. F11: Termoluminescent Dosimetric Properties of Oxide Scintillators. Proceedings of International Symposium: Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation. LUMDETR-91 Riga, University of Latvia 1991). При использовании тех же кристаллов NaF, NaF:Sc, NaCl:Eu или $Y_2SiO_5:Tb, Ce$, размерами 7×7 мм и более, толщиной от 1-2 мм (и более) в качестве сцинтилляционного датчика наиболее высокие результаты получены для сцинтиллятора $Y_2SiO_5:Tb, Ce$ (световыход гамма-сцинтилляций на уровне световыхода NaI-Tl, длительность гамма-сцинтилляций 10-12 нс, длина волны 420 нм (сигналы регистрировались в импульсном режиме). Для кристаллов NaF, NaF:Sc и NaCl:Eu сцинтилляционные характеристики измерялись в токовом режиме: световыход порядка 5% относительно NaI-Tl, длительность отдельных сцинтилляций 10-14 нс, область излучения до 430 нм (сцинтилляционные характеристики хорошо согласуются с данными: B.V.Shulgin. A3: Fast Inorganic Scintillators. Proceedings of International Symposium: Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation. LUMDETR-91 Riga, University of Latvia. 1991).

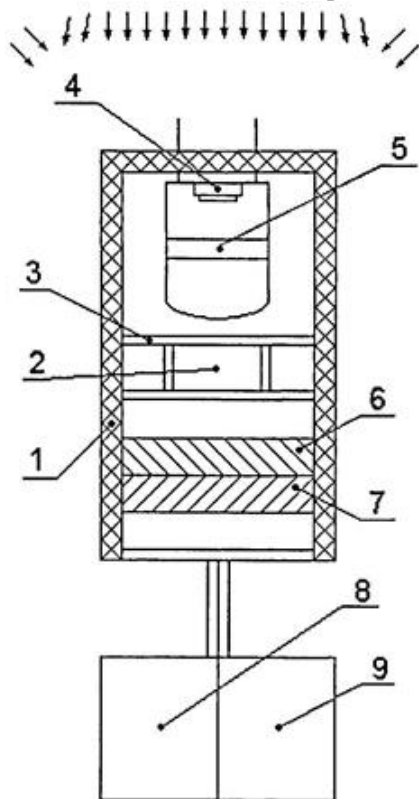
Экспериментальная проверка параметров предлагаемой полезной модели детектора ионизирующих излучений подтвердила ее работоспособность и техническую полезность: возможность использования универсального сенсора и получения дозиметрической информации как в запоминающем, так и в активном режиме.

Технический результат. Предложенная полезная модель детектора ионизирующих излучений имеет универсальный сенсорный элемент, выполненный из полифункциональных оптических материалов типа NaF, NaF:Cu и NaF:Sc или $Y_2SiO_5:Tb, Ce$; причем сенсорный элемент способен как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в нем светосуммы, так и к сцинтилляционному отклику на радиационное воздействие, так что детектор может работать как в режиме анализа хранимой светосуммы (как запоминающий детектор), так и в сцинтилляционном режиме реального времени.

Формула полезной модели

Детектор ионизирующих излучений, содержащий светонепроницаемый корпус, сенсорный ОСЛ-элемент, источник оптической стимуляции - светодиод, защитный светофильтр, фотоприемник и электронный модуль с блоком ОСЛ-обработки информационных сигналов, отличающийся тем, что детектор снабжен держателем, в котором закреплен сенсорный элемент, выполненный из оптических материалов типа

NaF, NaF:Cu и NaF:Sc или $Y_2SiO_5:Tb$, Ce, способных как к ОСЛ-высвечиванию запасенной в них светосуммы, так и к спинтилляционному отклику на радиационное воздействие, а электронный модуль обработки информационных сигналов имеет дополнительный блок обработки регистрируемых сцинтилляционных сигналов.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

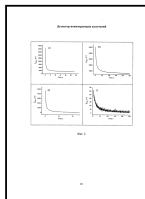
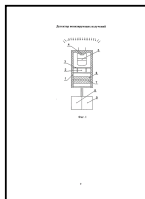
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **24.08.2013**

Дата публикации: [10.11.2015](#)